



【書類名】 特許願

【整理番号】 KDD02097

【提出日】 平成14年12月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/10

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県上福岡市大原二丁目1番15号株式会社ケイディ  
一ディーアイ研究所内

【氏名】 高橋 英憲

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県上福岡市大原二丁目1番15号株式会社ケイディ  
一ディーアイ研究所内

【氏名】 宇佐見 正士

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県上福岡市大原二丁目1番15号株式会社ケイディ  
一ディーアイ研究所内

【氏名】 西村 公佐

【特許出願人】

【識別番号】 000208891

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿二丁目3番2号

【氏名又は名称】 KDDI株式会社

【代表者】 小野寺 正

【代理人】

【識別番号】 100090284

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 常雄

【電話番号】 03-5396-7325

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-253785

【出願日】 平成14年 8月30日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011073

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0016425

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 リング共振回路

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の比屈折率差を具備するリング導波路であって、狭幅域（12a）を有するリング導波路（12）と、

当該第1の比屈折率差より小さい第2の比屈折率差を具備する光導波路であって、当該狭幅域に隣接して配置され、当該狭幅域との間で光学的に結合する光導波路（14）

とを具備することを特徴とするリング共振回路。

【請求項2】 当該第2の比屈折率差が0.3%乃至0.75%の何れかである請求項1に記載のリング共振回路。

【請求項3】 当該リング導波路（12）は、当該狭幅域（12a）の前後で導波路幅が漸減及び漸増するテーパー部（12b、12c）を具備する請求項1に記載のリング共振回路。

【請求項4】 第1の比屈折率差を具備するリング導波路であって、第1及び第2の狭幅域（112a、112d）を有するリング導波路（112）と、

当該第1の比屈折率差より小さい第2の比屈折率差を具備する光導波路であって、当該第1の狭幅域（112a）に隣接して配置され、当該第1の狭幅域（112a）との間で光学的に結合する第1の光導波路（114）と、

当該第1の比屈折率差より小さい第3の比屈折率差を具備する光導波路であって、当該第2の狭幅域（112d）に隣接して配置され、当該第2の狭幅域（112d）との間で光学的に結合する第1の光導波路（116）

とを具備することを特徴とするリング共振回路。

【請求項5】 当該第2及び第3の比屈折率差が0.3%乃至0.75%の何れかである請求項4に記載のリング共振回路。

【請求項6】 当該第2の比屈折率差が当該第3の比屈折率差と実質的に等しい請求項4に記載のリング共振回路。

【請求項7】 当該リング導波路（112）は、当該第1の狭幅域（112a）の前後で導波路幅が漸減及び漸増するテーパー部（112b、112c）を具備

し、当該第2の狭幅域（112d）の前後で導波路幅が漸減及び漸増するテーパ一部（112e、112f）を具備する請求項4に記載のリング共振回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、リング共振回路に関し、より具体的には、光導波路型のリング共振回路に関する。

【0002】

【従来の技術】

入出力光導波路に隣接して光リング導波路を配置し、両者を方向性結合器で光結合することにより、光導波路型のリング共振回路を形成できる。

【0003】

分散補償器として使用できるリング共振回路が、F. Horst et al, "Tunable Ring Resonator Dispersion Compensators Realized in High-Refraction-Index Contrast SiON Technology", post deadline paper, European Conference on Optical Communications 2000に記載されている。群遅延が、波長と、入出力光導波路と光リング導波路との間の結合係数とに依存するので、光ファイバの波長分散とは逆符号の分散特性を有するように結合係数を調整することで、分散補償器として使用できる。

【0004】

また、アドノドロップ光フィルタとして使用するリング共振回路が、鈴木扇太他、「積層導波路型リング共振回路」、電子情報通信学会秋季大会、c-234、1992に記載されている。この場合にも、結合係数を調整することで、フィルタ特性を調節できることを利用する。

【0005】

単一モード光ファイバ（以下、SMFと略す。）のコアとクラッドの比屈折率差 $\Delta n$ は0.3%であり、SMFと0.3dB以下の通損失で光結合できる石英

光導波路の比屈折率差 $\Delta n$ は0.3~0.75%である。入出力光導波路及び光リング導波路の比屈折率差を0.3~0.75%の範囲に設定した場合、光リング導波路の自由スペクトル領域（以下、FSRという。）は、最大で6GHz程度である。

#### 【0006】

前者の論文では、比屈折率差 $\Delta n$ が3.3%、曲げ半径が550μmの光リング導波路を形成して、FSRとして50GHzを実現している。ここに記載された構成では、入出力導波路の比屈折率差を光リング導波路のそれと同じにしている。 $\Delta n$ が3.3%の入出力導波路と $\Delta n$ が0.3%程度のSMFとの間で良好な光結合を得るために、両者の間にモード変換光ファイバを配置することを提案している。このモード変換光ファイバにより、片端面当たりの結合損失が、1.2dBだけ減少すると報告されている。

#### 【0007】

後者の論文では、光リング導波路の $\Delta n$ を高くし、入出力光導波路の $\Delta n$ を低くすることで、広いFSRと、通損失での光ファイバとの接続の両方を実現している。具体的には、入出力光導波路の $\Delta n$ を0.75%、光リング導波路の $\Delta n$ を2%として、モード変換光ファイバ無しで、21.6GHzのFSRを実現している。

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

前者の論文に記載される構成では、モード変換光ファイバが必要であり、部品点数が増加し、回路規模が大きくなる。また、結合効率が改善したとはいえ、未だ1.2dBの結合損失がある。

#### 【0009】

後者の論文のように、単に、光リング導波路の $\Delta n$ を高くし、入出力光導波路の $\Delta n$ を低くした場合、SMFと入出力光導波路との間の光結合効率は向上するものの、入出力導波路と光リング導波路との間の光結合効率が劣化する。後者の論文には、入出力導波路と光リング導波路との間の光結合効率は小さくても良いと記載されているが、用途、例えば、前者の論文に記載されるような分散補償の

用途では、入出力導波路と光リング導波路との間の光結合効率として70%～100%程度を必要とすることがある。このような用途では、後者の論文に記載される構成は採用できない。

#### 【0010】

基本的には、光リング導波路の $\Delta n$ を大きくすることで、周回長を短くでき、その結果、FSRが大きくなる。しかし、光リング導波路の $\Delta n$ を大きくすると、入出力光導波路と光リング導波路との間の光結合効率、又は、外部のSMF等と入出力光導波路との間の光結合効率が悪化する。

#### 【0011】

そこで、本発明は、広いFSRと高い光結合効率の両方を実現できる新規な構成のリング共振回路とその製造方法を提示することを目的とする。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明に係るリング共振回路は、第1の比屈折率差を具備するリング導波路であって、狭幅域を有するリング導波路と、当該第1の比屈折率差より小さい第2の比屈折率差を具備する光導波路であって、当該狭幅域に隣接して配置され、当該狭幅域との間で光学的に結合する光導波路とを具備することを特徴とする。

#### 【0013】

本発明に係るリング共振回路はまた、第1の比屈折率差を具備するリング導波路であって、第1及び第2の狭幅域を有するリング導波路と、当該第1の比屈折率差より小さい第2の比屈折率差を具備する光導波路であって、当該第1の狭幅域に隣接して配置され、当該第1の狭幅域との間で光学的に結合する第1の光導波路と、当該第1の比屈折率差より小さい第3の比屈折率差を具備する光導波路であって、当該第2の狭幅域に隣接して配置され、当該第2の狭幅域との間で光学的に結合する第1の光導波路とを具備することを特徴とする。

#### 【0014】

##### 【実施例】

以下、図面を参照して、本発明の実施例を詳細に説明する。

#### 【0015】

図1は、本発明の一実施例の斜視図を示し、図2は、その平面図を示す。図3は、図2のA-A線から見た断面図を示し、図4は、図2のB-B線から見た断面図を示す。

#### 【0016】

石英基板10内に、長円形状のリング導波路12と直線状の光導波路14が埋め込まれている。リング導波路12の一辺に隣接して且つ平行に、光導波路14が配置されている。光導波路14に近接するリング導波路12の辺では、部分的に導波路幅を細くして光導波路14と光結合しやすくした狭幅域12aを形成している。狭幅域12aの両側には、狭幅域12aに向かって導波路幅が漸減する長さ800μmのテーパー部12b, 12cを形成している。狭幅域12aとこれに近接する光導波路14の部分が、方向性結合器を形成し、狭幅域12aの光伝搬方向の長さは、方向性結合に適した長さに設定されている。

#### 【0017】

光導波路14の一方端に、SMF16が配置され、光導波路14の他方端にもSMF18が配置される。SMF16, 18は、基本的に同じ屈折率分布及び屈折率の光ファイバからなる。

#### 【0018】

本実施例では、光導波路14の比屈折率差 $\Delta n$ は、0.75%で、断面形状は6μm×6μmである。SMFの比屈折率差 $\Delta n = 0.3\%$ と光結合可能な石英導波路の $\Delta n$ は、上述の通り、0.3~0.75%であり、光導波路14の比屈折率差 $\Delta n$ をその範囲内の最大値0.75%に設定してある。

#### 【0019】

光導波路14の上方に、1μmの間隔をおいてリング導波路12が積み上げられている。リング導波路12は、比屈折率差 $\Delta n$ が2.3%、最小曲げ半径が800μm、一周長が8500μmである。リング導波路12高さは3μm、その幅は、ほとんどの部分で3μm、狭幅域12aで1μm、テーパー部12b, 12cでは800μmの範囲で3μmから1μmに変化する。

#### 【0020】

リング導波路12の $\Delta n$ が2.3%であるのに対し、光導波路14の $\Delta n$ が0

75%であるので、そのままでは両者間の光結合が難しいが、本実施例では、リング導波路12に狭幅域12aを設けることで、光導波路14との光結合率を改善している。即ち、狭幅域12aでは、伝搬光の伝搬定数が低下して光導波路14の伝搬定数に接近し、導波路パラメータによっては、両者を一致させることも可能である。これにより、リング導波路12と光導波路14との間で70%以上の光結合効率の方向性結合を実現できる。

#### 【0021】

SMF16から光導波路14に入射した光は、リング導波路12の狭幅域12aでリング導波路12に結合する。リング導波路12を周回した光は、狭幅域12aで光導波路14に結合し、SMF18に出力される。リング導波路12上に各種の光素子、例えば、波長依存の透過率又は波長分散を有する光素子を配置することで、挿入損失の少ない種々の光機能素子を実現できる。

#### 【0022】

##### (第2実施例)

図5は、本発明の第2実施例の平面図を示す。図6は、図5のC-C線から見た断面図を示し、図6は、図5のD-D線から見た断面図を示す。第2実施例は、いわゆる、リング共振器型光フィルタ構成になっている。第1の実施例に対し、リング導波路の2箇所に狭幅域を設けると共に、各狭幅域に光結合する2つの光導波路を設けている。

#### 【0023】

図5～図7に示す実施例では、石英基板110内に、長円形状のリング導波路112と直線状の光導波路114, 116が埋め込まれている。リング導波路112の一辺に隣接して且つ平行に光導波路114が配置され、リング導波路112の他方の辺に隣接して且つ平行に、光導波路116が配置されている。

#### 【0024】

光導波路114に近接するリング導波路112の辺では、部分的に導波路幅を細くして光導波路114と光結合しやすくした狭幅域112aを形成してある。狭幅域112aの両側には、狭幅域112aに向かって導波路幅が漸減する長さ800μmのテーパー部112b, 112cを形成してある。これは、第1実施

例の場合と同じである。本実施例では更に、光導波路116に近接するリング導波路112の辺にも、狭幅域112a及びテーパー部112b, 112cと同様の構成の狭幅域112d及びテーパー部112e, 112fを設けてある。狭幅域112dにおいて、リング導波路112は光導波路116と効率良く光結合する。

#### 【0025】

狭幅域112aとこれに近接する光導波路114の部分が、方向性結合器を形成し、狭幅域112aの光伝搬方向の長さは、その方向性結合に適した長さに設定されている。同様に、狭幅域112dとこれに近接する光導波路116の部分が、方向性結合器を形成し、狭幅域112dの光伝搬方向の長さは、その方向性結合に適した長さに設定されている。

#### 【0026】

光導波路114の一方端にSMF118が配置され、光導波路114の他方端にもSMF120が配置される。光導波路116の一方端にSMF122が配置され、光導波路116の他方端にSMF124が配置される。

#### 【0027】

リング導波路112の狭幅部112a, 112d及びテーパー部112b, 112c, 112e, 112fの導波路幅・高さ及び屈折率は、第1実施例の場合と同じである。光導波路（入出力導波路）114及び光導波路（出力導波路）116の導波路幅・高さ及び屈折率は、第1実施例の光導波路14と同じである。リング導波路112の狭幅部112a, 112dと光導波路114, 116との間の距離は共に、第1実施例の場合と同様に、1μmである。

#### 【0028】

例えば、本実施例では、SMF118から光導波路114に入力する光は、リング導波路112の狭幅部112aでリング導波路112に結合する。リング導波路112を周回する光の内、リング導波路112の共振周波数に合致する波長成分（ドロップ帯域成分）が、光導波路116を介してSMF122に出力され、残りの波長成分がSMF120に出力される。即ち、本実施例は、特定の波長成分を分離する波長分離機能を具備する。本実施例はまた、リング導波路上に種

々の光素子を配置することで追加の機能を具備し得る。方向性結合器の結合効率とドロップ帯域との間には相関があり、結合効率が増加するとドロップ帯域も増加する。本実施例では、高い結合効率を容易に実現できるので、広いドロップ帯域を実現できる。

## 【0029】

## (第3実施例)

図1～図4には、入出力光導波路14上にリング導波路12を積み上げた構成を図示したが、リング導波路12の横に、即ちリング導波路12と実質的に同一の面上に、入出力光導波路14を配置しても良い。その場合、リング導波路12と入出力光導波路14との方向性結合の効率を改善するために、狭幅部12aの部分で、入出力導波路14をリング導波路12の外縁に沿って湾曲させれば良い。図8は、そのような変更実施例の平面図を示し、図9は、図8のE-E線の断面図を示す。

## 【0030】

図8に示す変更例では、基板10aには、リング導波路12の横に、入出力光導波路14に対応する入出力光導波路14aを配置する。入出力光導波路14aは、リング導波路12の狭幅部12a及びテーパー部12b, 12cに沿って湾曲している。但し、入出力光導波路14aの高さ及び幅は共に6μmであり、光伝搬方向（長さ方向）で一定である。

## 【0031】

図5～図7に示す第2実施例に対しても、リング導波路112の横に並べて光導波路114, 116を配置してもよい。その場合、図8に示す導波路配置と同様に、リング導波路112と入出力光導波路114との方向性結合の効率を改善するために、狭幅部112aの部分で、入出力導波路114をリング導波路112の外縁に沿って湾曲させれば良い。同様に、リング導波路112と入出力光導波路116との方向性結合の効率を改善するために、狭幅部112dの部分で、入出力導波路116をリング導波路112の外縁に沿って湾曲させれば良い。

## 【0032】

石英基板に本発明に係るリング共振回路を形成する場合を説明したが、勿論、

半導体で形成してもよい。

【0033】

【発明の効果】

以上の説明から容易に理解できるように、本発明によれば、高い光結合効率を持ち、且つ、部品点数が少なく、低損失のリング共振回路を実現できる。また、リング長を短くしやすいので、FSRの大きなリング共振回路を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例の斜視図である。

【図2】 第1実施例の平面図である。

【図3】 図2のA-A線の断面図である。

【図4】 図2のB-B線の断面図である。

【図5】 本発明の第2実施例の平面図である。

【図6】 図5のC-C線の断面図である。

【図7】 図5のD-D線の断面図である。

【図8】 本発明の第3実施例の平面図である。

【図9】 図8のE-E線の断面図を示す。

【符号の説明】

10, 10a: 石英基板

12: リング導波路

14, 14a: 光導波路

12a: 狹幅域

12b, 12c: テーパー部

14: 光導波路

16, 18: 単一モードファイバ (SMF)

110: 石英基板

112: リング導波路

112a: 狹幅域

112b, 112c: テーパー部

112d: 狹幅域

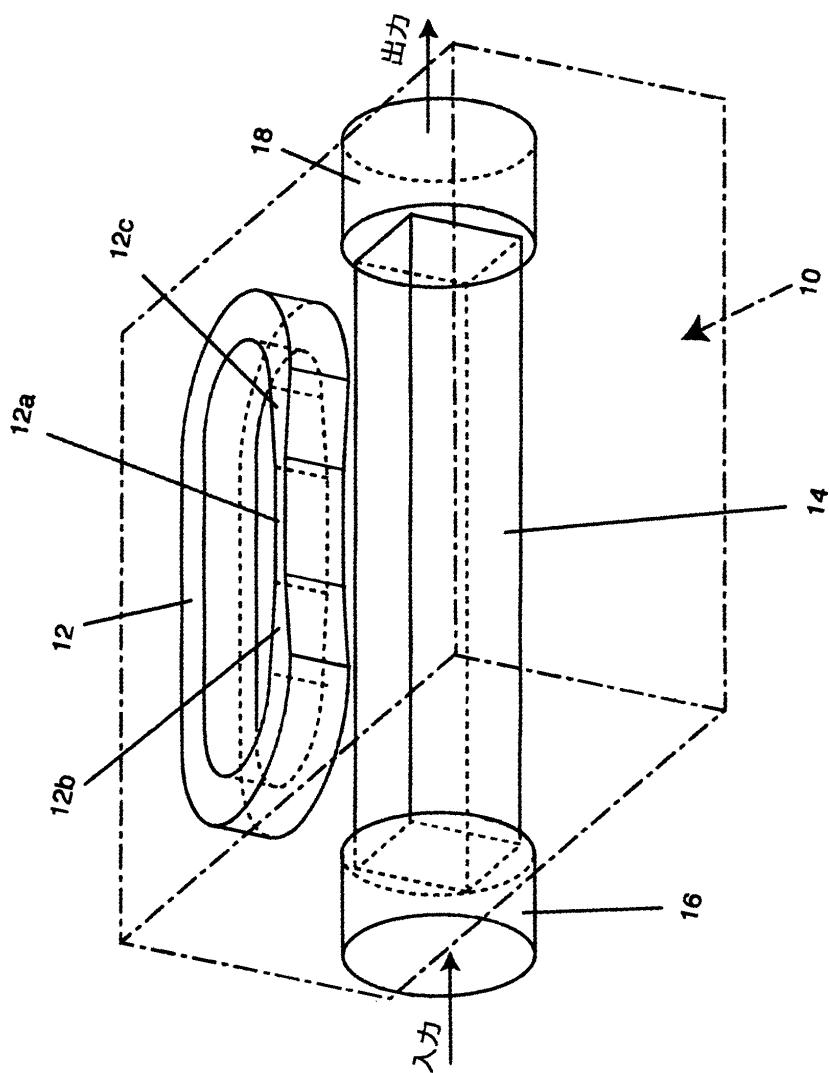
112e, 112f: テーパー部

114, 116: 光導波路

118, 120, 122, 124: 単一モードファイバ (SMF)

特2002-360261

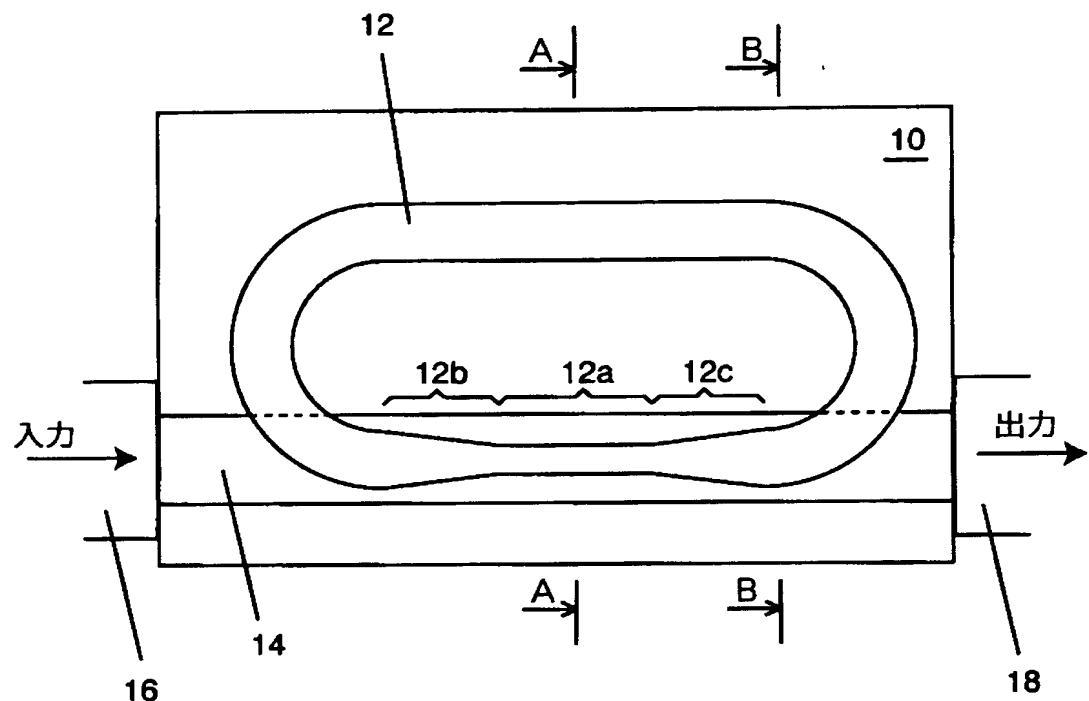
【書類名】 図面  
【図1】



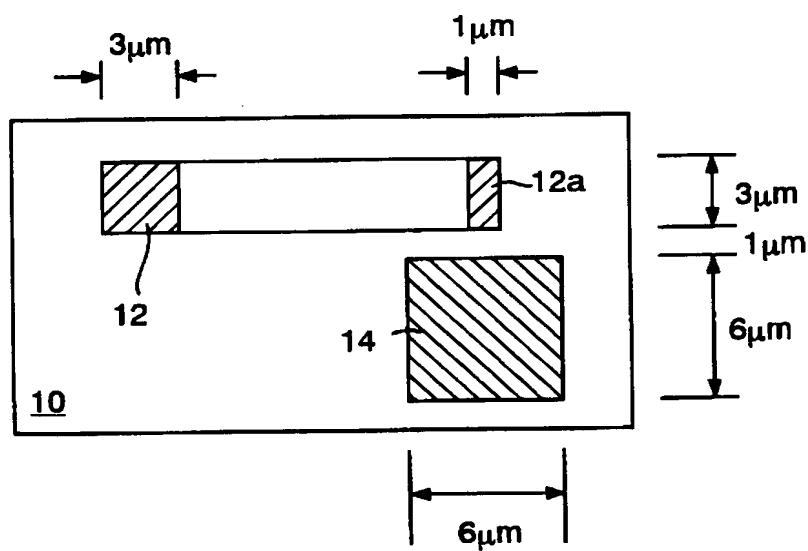
1

出願特2003-3012381

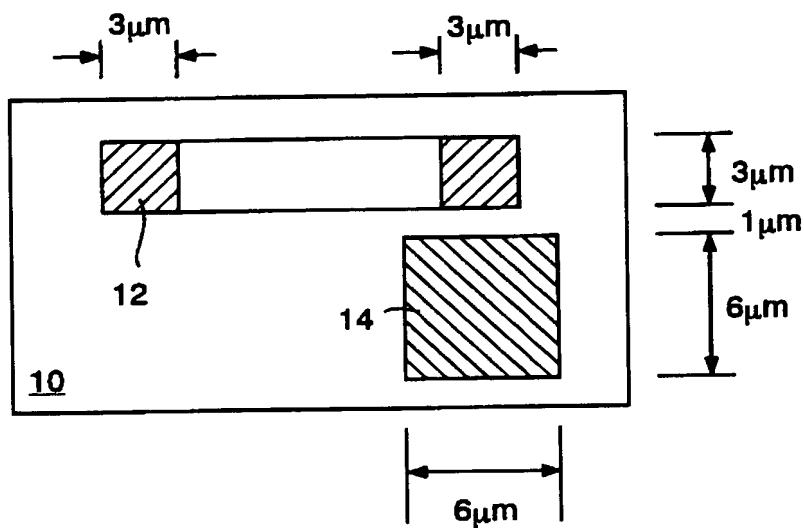
【図2】



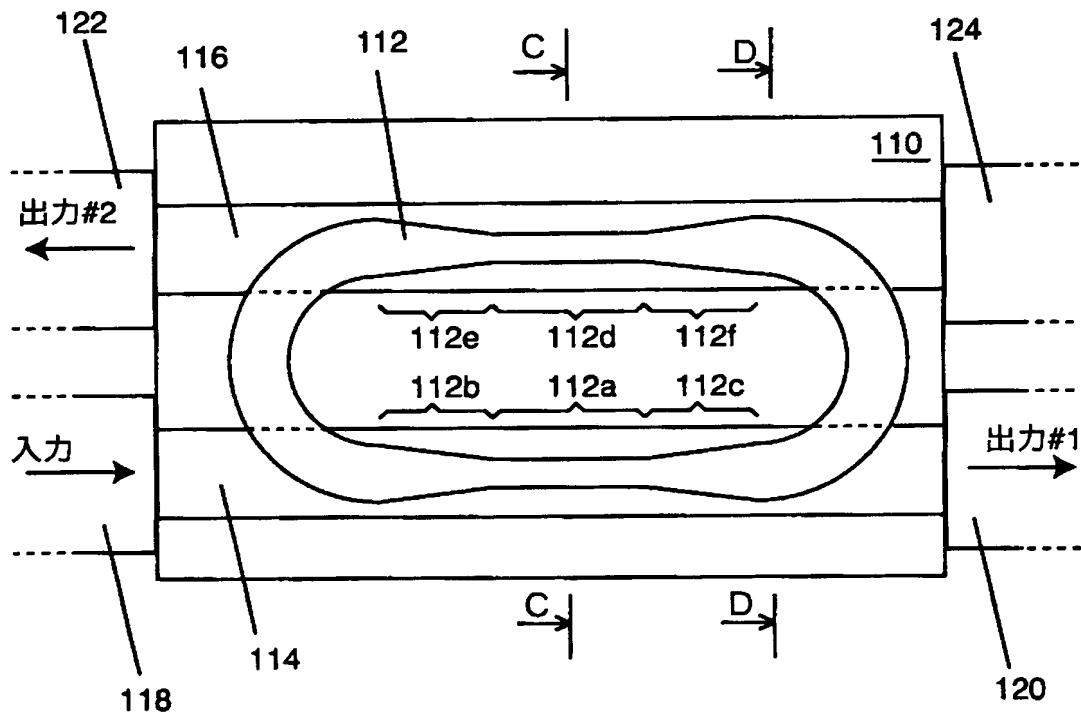
【図3】



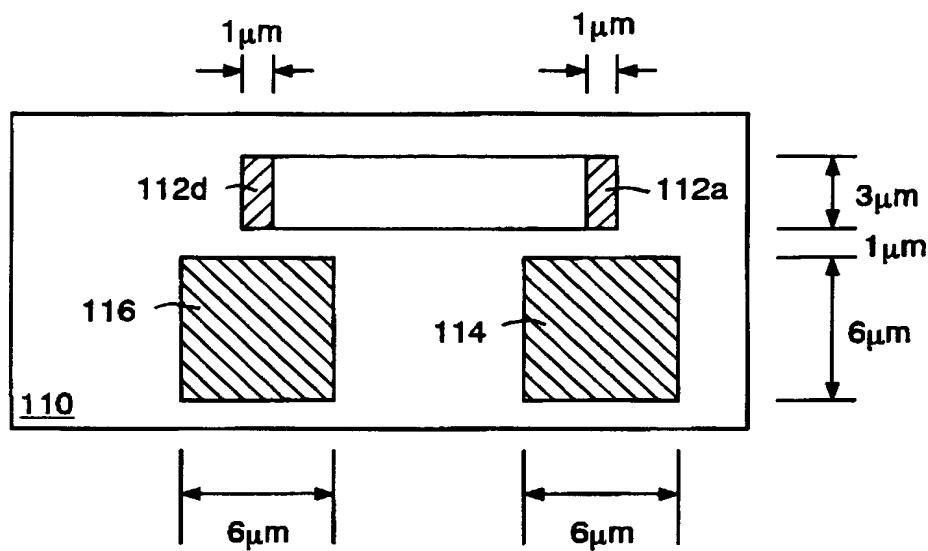
【図4】



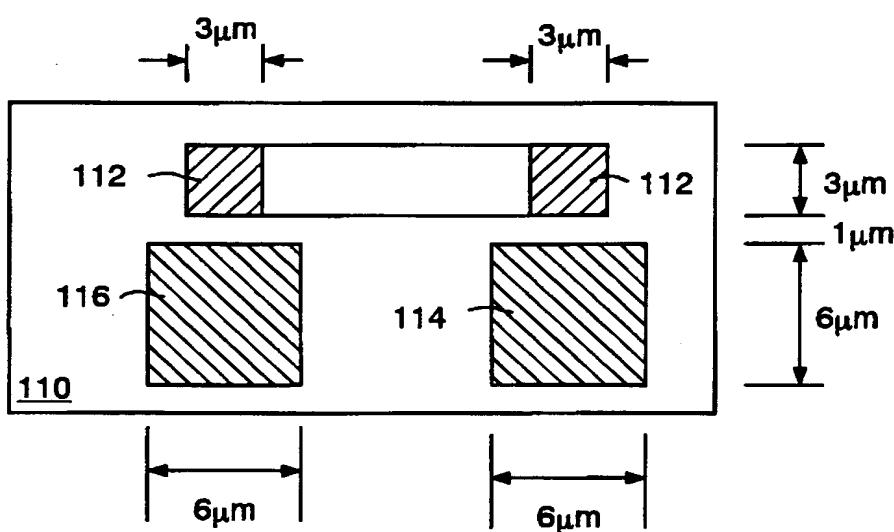
【図5】



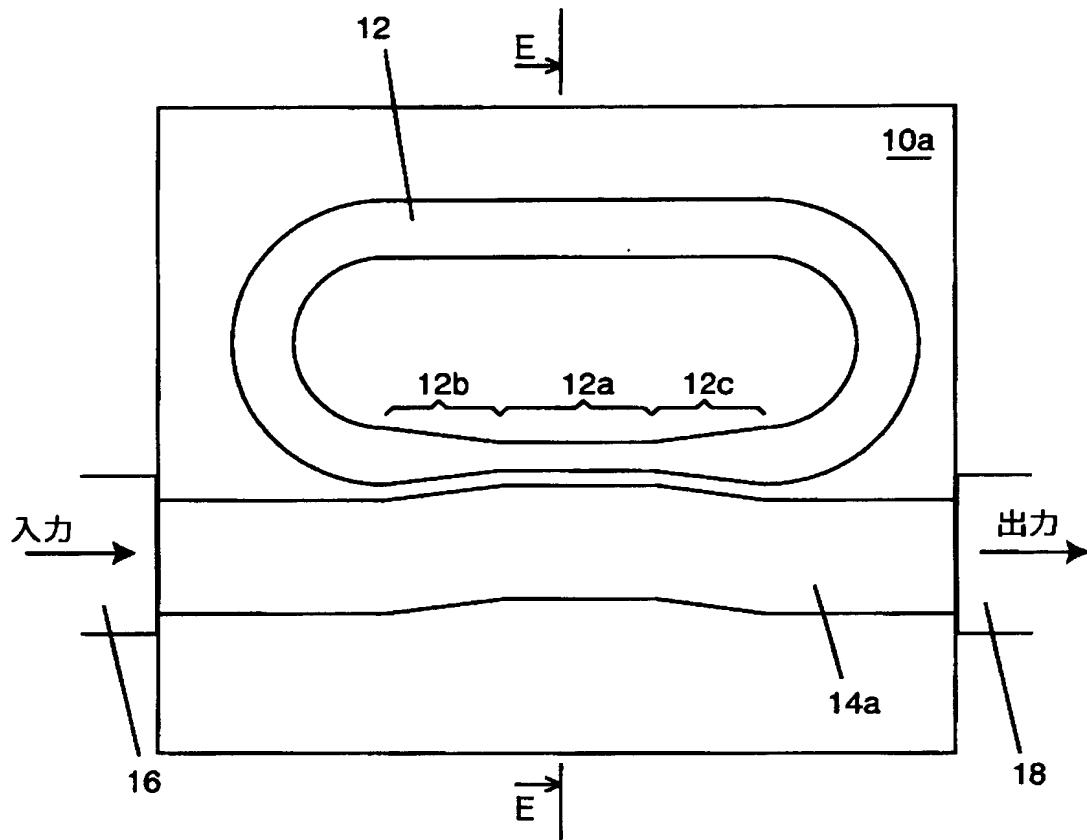
【図6】



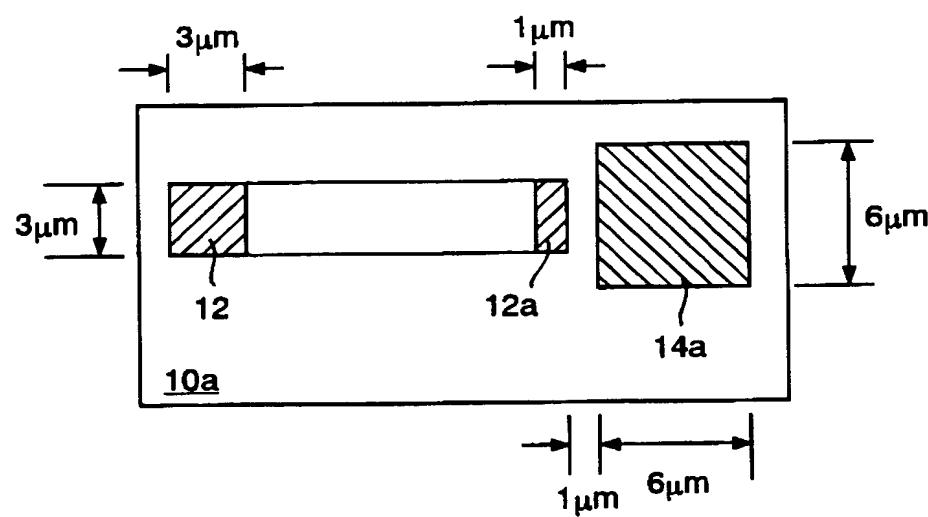
【図7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高結合効率、低損失、短リング長のリング共振回路を実現する。

【解決手段】 リング導波路12の一辺に隣接して且つ平行に、光導波路14が配置されている。光導波路14に近接するリング導波路12の辺では、部分的に導波路幅を細くして光導波路14と光結合しやすくした狭幅域12aを形成している。狭幅域12aの両側には、狭幅域12aに向かって導波路幅が漸減するテーパー部12b, 12cを形成してある。光導波路14の一方端に単一モード光ファイバ16が配置され、光導波路14の他方端にも単一モード光ファイバ18が配置される。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000208891]

1. 変更年月日 2002年11月28日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都新宿区西新宿二丁目3番2号

氏 名 KDDI株式会社